

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

Б1.В.4 «ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ»  
для направления подготовки  
08.04.01 «Строительство»

по магистерской программе  
*«Водоснабжение и водоотведение на предприятиях транспорта и  
в системах ЖКХ»*

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»  
Протокол № 6 от «23» января 2025 г.

Заведующий кафедрой  
«Водоснабжение, водоотведение  
и гидравлика»

23» января 2025 г.

\_\_\_\_\_

Н.В. Твардовская

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
23» января 2025 г.

\_\_\_\_\_

Л.Д. Терехов

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Основы теории подобия и моделирования» (Б1.В.4) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 31 мая 2017 г. приказом МИНОБРНАУКИ России № 482 с изменениями, утвержденными 26 ноября 2020 г. приказом МИНОБРНАУКИ России № 1456, с учетом профессиональных стандартов: 16.146 Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 апреля 2021 г. № 255н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 мая 2021 г., регистрационный № 63591); 16.016 «Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 ноября 2020 года N 806н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 декабря 2020 года, регистрационный № 61710).

Целью изучения дисциплины является подготовка обучающегося к деятельности в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, научных исследований.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- ознакомление обучающихся с основными понятиями данной дисциплины;
- освоение практической направленности данного курса;
- сбор и систематизация информационных и исходных данных для выбора метода математического моделирования;
- приобретение навыков для составления математических моделей сооружений систем водоснабжения и водоотведения.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций

Компетенция	Индикатор компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1.1. Знает методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
	УК-1.2.1. Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации
	УК-1.3.1. Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
ПК-4. Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-4.1.3 Знает методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок
	ПК-4.2.3 Умеет применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок

### 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)».

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32
В том числе:	
– лекции (Л)	16
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	–
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	36
Контроль	4
Форма контроля знаний	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
--------------------	-------------

Контактная работа (по видам учебных занятий)	12
В том числе:	
– лекции (Л)	6
– практические занятия (ПЗ)	6
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	56
Контроль	4
Форма контроля знаний	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
<b>Основы моделирования</b>		
1	Основы моделирования	Основы теории подобия, теоремы подобия. Геометрическое подобие, временное подобие, подобие физических величин. Подобие начальных и граничных условий. Теоремы подобия. Метод анализа размерностей и основные критерии подобия.
<b>Химические и биохимические реакции</b>		
2	Макрокинетика	Метод анализа размерностей, размерная однородность, инварианты подобия. Критерии подобия. Составление схемы математического описания и уравнения материального баланса. Структура потоков жидкости в сооружениях биохимической очистки.
3	Математическое описание структуры потока	Методы обработки кривых отклика. Модели идеального вытеснения, смешения, ячеистые модели. Общий вид кинетических уравнений. Кинетика процесса биохимической реакции. Математическое описание аэрационных сооружений. Математическое моделирование.
<b>Математическое моделирование</b>		
4	Основные этапы математического моделирования	Основные этапы математического моделирования процессов. Составление математических моделей сооружений
5	Планирование эксперимента	Планирование эксперимента при оптимальных условиях. Целевая направленность процесса, точность решений, надежность, достоверность используемых исходных данных
<b>Проведение эксперимента</b>		
6	Эксперимент	Проведение эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов, проверка адекватности модели, регрессионный анализ, расчет ошибки опыта.

7	Лабораторные исследования	Лабораторные исследования биохимической очистки сточных вод
---	---------------------------	---

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основы моделирования	2	2	-	6
2	Макрокинетика	2	4	-	6
3	Математическое описание структуры потока	4	2	-	6
4	Основные этапы математического моделирования	2	2	-	6
5	Планирование эксперимента	2	2	-	4
6	Постановка эксперимента	2	2	-	4
7	Лабораторные исследования	2	2	-	4
	<b>ИТОГО:</b>	16	16	-	36

Для заочной формы обучения:

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основы моделирования	1	1	-	8
2	Макрокинетика	1	1	-	8
3	Математическое описание структуры потока	1	1	-	8
4	Основные этапы математического моделирования	1	1	-	8
5	Планирование эксперимента	1	1	-	8
6	Постановка эксперимента	0,5	0,5	-	8
7	Лабораторные исследования	0,5	0,5	-	8
	<b>ИТОГО:</b>	6	6	-	56

## 6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

## **8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для

авториз. пользователей;

– Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](https://ibooks.ru) («Айбукс»). – URL: [https:// ibooks.ru /](https://ibooks.ru) — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: [https://urait.ru/](https://urait.ru)— Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

– Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: Учебник / Под ред. проф. В.С. Дикаревского. – 2-е изд. перераб. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 447 с.
2. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «UD «БАСТЕТ», 2010. – 448 с.: ил.
3. Моделирование статистических свойств систем : метод. указ. к лаб. работам и практ. занятиям по дисц. "Моделирование систем управления" для студ. спец. "Системы передачи и распределения информации на ж. д. трансп." Электротех. фак-та / ПГУПС, каф. "Электр. связь" ; сост. : А. М. Костроминов, А. А. Костроминов. - СПб. : ПГУПС, 2011. - 15 с.
4. Моделирование и оптимизация в логистических транспортных системах : сб. науч. тр. / Урал. гос. ун-т путей сообщ. ; ред. Е. Н. Тимухина. - вып. 89 (172). - Екатеринбург : УрГУПС, 2011. - 224 с.
5. Бенедек П., Ласло А. Научные основы химической технологии. - Л.: Изд-во « Химия », 1970. - 376 с.
6. П.Г. Романков, М.И. Курочкина. Гидромеханические процессы химической технологии. - Л.: 1977. – 288 с.
7. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных: Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1980. – 384 с.
8. Шарп Д.Ж. Гидравлическое моделирование. - М.: Мир, 1984. – 280 с.
9. Клайн С.Д. Подобие и приближенные методы. - М.: Мир, 1968. – 302 с.



8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: [my.pgups.ru](http://my.pgups.ru) — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы

к.т.н., доцент

Е.А. Соловьева

23 января 2025 г.